Aus dem Geologischen Institut der Universität Breslau.

Die

Entwicklung der arktischen Meere in paläozoischer Zeit.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau
eingereicht und mit ihrer Genehmigung veröffentlicht

von

Oskar-Erich Meyer.

Mittwoch, den 7. Dezember 1910, vormittags 11½ Uhr, im Musiksaal der Universität:

Promotion und Vortrag:

Die historische Entwicklung der Gletschertheorie.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.
1910.

Aus dem Geologischen Institut der Universität Breslau.

Die

Entwicklung der arktischen Meere in paläozoischer Zeit.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau
eingereicht und mit ihrer Genehmigung veröffentlicht

von

Oskar-Erich Meyer.

ACAD. LANDBAU BIBL.

Mittwoch, den 7. Dezember 1910, vormittags 11½ Uhr, im Musiksaal der Universität:

Promotion und Vortrag:

Die historische Entwicklung der Gletschertheorie.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.
1910.

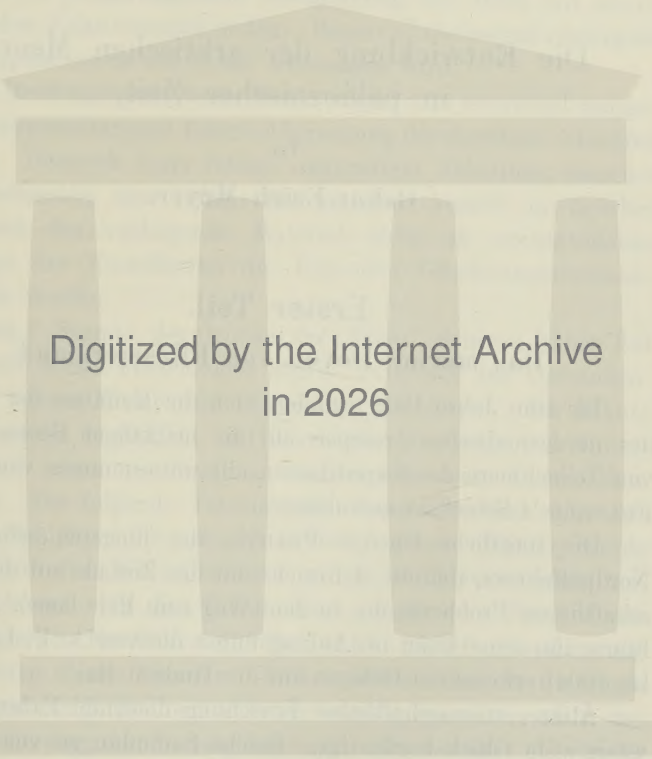
Veröffentlicht mit Genehmigung der Hohen philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau.

Referent: Prof. Dr. Fritz Frech.

Das mündliche Examen fand statt am 20. Juli 1910.

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil.-Bd. XXXI.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543119_0144

Die Entwicklung der arktischen Meere in paläozoischer Zeit.

Von

Oskar-Erich Meyer.

Erster Teil.

Das marine Devon von Ellesmereland.

Bis zum Jahre 1902 gründete sich die Kenntnis der Geologie des nordcanadischen Archipels auf die beiläufigen Beobachtungen von Teilnehmern der Expeditionen, die unternommen wurden, um Franklin's Schicksal aufzuklären.

Die sportliche Energie Peary's, des jüngsten erfolgreichen Nordpolfahrers, richtete sich mehr auf das Ziel als auf die wissenschaftlichen Probleme, die an dem Weg zum Pole lagen. Überdies führte ihn seine Bahn im Anfang durch die von A. P. Low (1903 bis 1904) erforschten Gebiete um die Hudson Bai.

Ältere, wissenschaftlicher Forschung dienende Fahrten waren wenig vom Glück begünstigt. Reiche Sammlungen von Fossilien und Gesteinsproben mußten unterwegs liegen gelassen werden, um die durch Krankheit gebrochenen Mannschaften nicht über Gebühr zu belasten. Immerhin konnte aus der Bearbeitung des geringen Materials auf Vorhandensein von Urgebirge, Cambrium, Silur, Devon, Carbon, Jura und Tertiär geschlossen werden. Diese Ergebnisse, die nur sehr allgemeiner Natur waren und z. T. den Charakter von Vermutungen trugen, wurden durch die zweite norwegische Expedition (1898—1902) nach den arktischen Inseln

bestätigt und erweitert. Von dem umfassenden Material, welches Kapitän Sverdrup nach vierjähriger Abwesenheit an Bord der Fram nach Norwegen brachte, wurden mir von Herrn Professor Frech die Fossilien devonischer Ablagerungen zur Bearbeitung übergeben.

In der folgenden Arbeit sind die paläogeographischen Ergebnisse zusammengestellt, soweit sie die Verteilung von Meer und Land in der Vorgeschichte des nördlichen Polargebietes betreffen, während die paläontologische Beschreibung der Arten mit stratigraphischen Erläuterungen in dem „Report of the second norwegian arctic expedition in the Fram" erscheinen wird.

Die Reichhaltigkeit dieser Funde macht zum erstenmal eine genauere Bestimmung und feinere Abgrenzung der einzelnen Schichten möglich. Dennoch kann infolge ungünstiger Erhaltung mancher Arten, besonders aber infolge der geringen Anzahl untrüglicher Leitformen das vorliegende Material nicht als unumstößliche Grundlage der Einzelheiten des folgenden Gliederungsversuches angesehen werden.

Schon P. Schei[1], der Geologe der „Fram", dem ein früher Tod die Früchte seiner Forschungen entriß, hatte auf das Vorhandensein von hohem Mittel- und Oberdevon geschlossen. Ich konnte diese Annahme bestätigen und durch den Nachweis von Unterdevon und eines vereinzelten Vorkommens von Untercarbon erweitern. Die folgende Tabelle möge einen Überblick über das Alter der Schichten des arktischen Devon geben. Mit D_a wurde von P. Schei die älteste fossilleere, mit D_i die höchste Schichtenserie bezeichnet. In der Tabelle sind gemäß dem Plane dieser Arbeit nur solche Fossilien aufgeführt, welche zur Altersbestimmung der Schichten dienen konnten. Nicht mit Sicherheit bestimmbare Formen und einige der neuen Arten wurden, soweit sie nicht zur Charakterisierung der Fauna beitrugen, der besseren Übersicht wegen fortgelassen.

Arten wie *Atrypa reticularis* Linné, *Atrypa aspera*, deren Habitus in längeren Zeitläuften sich nicht verändert, konnten gleichfalls unerwähnt bleiben, da sie keinem devonischen Horizont ein besonderes Gepräge verleihen.

[1] Report of the second norwegian arctic expedition in the Fram 1898—1902. **1**. 4 u. 8.

D i.

Spirifer bisulcatus Sow.	älteres Untercarbon
Myalina amaena de Koninck . .	
Spirifer (Martinia) glaber Martin	
„ *inflatus* Schnur	Oberes Mitteldevon bis Oberdevon
Modiomorpha sp.	(bis Untercarbon)

D h.

Productella hirsuta Hall (?)	Chemung group
„ *arctirostrata* Hall . .	„ „
Spirifer Scheii n. sp.[1]	Oberdevon
„ *elegans* Stein. var.	Mitteldevon
„ *(„Spirifera“) gregarius* Clapp (Hall)	Corniferous limestone
Rhynchonella Horsfordi Hall var.	Hamilton group und Marcellus shales

D g.

Spirifer gregarius Clapp (Hall) . .	Corniferous limestone
„ *elegans* Stein. var.	Mitteldevon
Stropheodonta callosa Hall	Upper Helderberg (bes. Schoharie grit)
Rhynchonella (Wilsonia) princeps Barr.	Koniepruser Kalke

D f.

Orthotetes umbraculum Schl. . . .	in Menge; vereinzelt auch in D b, c, g

D c.

Spirifer cf. *curvatus* Schloth. . . .	Coblenzquarzit, ob. Coblenzschichten
Rhynchonella (Rhynchotrema) formosa Hall	New Scotland beds und Upper *Pentamerus* limestone
Stropheodonta varistriata var. *arata* Hall	(?) New Scotland beds
Pentamerus pseudogaleatus mut. nov. *recurrens*[2]	

[1] Diese neue Art ist besonders durch eine starke Tendenz zur Spaltung der Rippen gekennzeichnet, wie sie in solchem Maße den bisher bekannten devonischen Spiriferen nicht eigentümlich ist. Ich sehe *Spirifer Scheii* als einen Vorläufer der berippten carbonischen Spiriferen, wie *Sp. duplicicosta* Phill., an.

[2] Eine Pentameride, die sich ihrem ganzen Habitus nach mehr dem *Pentamerus (Sieberella) galeatus* als ihrem unmittelbaren Vorläufer, dem *P. pseudogaleatus*, nähert.

D b.

Spirifer concinnus Hall	Port Ewen limestone, Upper *Pentamerus* limestone, Lower *Pentamerus* limestone
Strophonella radiata Vanuxem . .	New Scotland beds
Rhynchonella sulciplicata Hall . .	New Scotland beds u. Upper *Pentamerus* limestone
Eatonia medialis Vanuxem var. . .	New Scotland beds
Stropheodonta varistriata var. *arata* Hall	(?) New Scotland beds
Dalmanella perelegans Hall . . .	Oriskany formation, Port Ewen limestone, Lower *Pentamerus* limestone
„ *(Schizophoria) multistriata* Hall	Upper *Pentamerus* limestone
Pentamerus pseudogaleatus Hall .	„ „ „
Avicula communis Hall	New Scotland beds
Paracyclas proavia Goldf.	*Calceola*-Sch., Stringocephalenkalk
Ilionia intermedia n. sp.	
Trematonotus profundus Hall . .	Upper *Pentamerus* limestone
Platyceras plicatum Hall	New Scotland beds

Da diese Fauna eine große Ähnlichkeit mit den devonischen Vorkommen des Staates New York zeigt, vergleiche ich die arktischen Schichten zum Zwecke der Bestimmung ihres Alters naturgemäß in erster Linie mit amerikanischen Horizonten. Diese wurden in letzter Zeit mehrfach umbenannt oder anders abgegrenzt, so daß man häufig zwei, ja drei verschiedenen Bezeichnungen für dieselbe Schichtenfolge begegnet. Ich füge deshalb zur besseren Übersicht des amerikanischen Mittel- und Unterdevon eine Tabelle an, in welcher ich die Namen für Schichten gleichen Alters gleichsetze und die, welche ich allein benutzen werde, sperre:

Mitteldevonisch:

Hamilton beds	Erian
Marcellus shales	
Corniferous beds = Onondaga limestone . .	Upper Helderberg group = Ulsterian
Schoharie grit	
Esopus shales	

Unterdevonisch:

Oriskany formation	
Port Ewen = Kingston beds = Upper shaly limestone	Lower Helderberg group = Helderbergian
Upper *Pentamerus* limestone = Becraft limestone	
New Scotland beds = *(Delthyris)* shaly limestone	
Lower *Pentamerus* limestone = Coeymans limestone	

D a.

Die Serie D, welche eine Mächtigkeit von mindestens 500 m besitzt, überlagert die Schichtenfolge C[1], welche in ihren unteren Lagen als sandige Mergelschiefer, in ihren oberen als Quarzsandsteinbänke und Tonsandsteine ausgebildet ist. Aus dem tiefsten Horizont D a ist keine Versteinerung vorhanden, welche dieser Schicht mit Sicherheit angehört. Einige wenige mit D a—b bezeichneten Stücke entstammen nach einer Mitteilung von Prof. Kiaer wahrscheinlich der Schicht D b.

D b.

Diese weist einen großen Reichtum an Fossilien auf und steht an den folgenden Punkten an:

1. Ostre Borgen } zwei gegenüberliegende Felsen des Gaase-
2. Vestre Borgen } fjords,
3. Kap Dönningshausen (Westkap der Simmonshalbinsel).

Das Alter dieser Schicht entspricht dem der mittleren Ablagerungen der unteren Helderberggruppe. Sie umfaßt die New Scotland beds und den Upper *Pentamerus* limestone. Ihre Fauna nähert sich aber doch mehr der des Upper *Pentamerus* limestone. Auf den älteren Horizont deuten die folgenden Fossilien, die jedoch durchweg nur in einzelnen, schlechter erhaltenen Exemplaren vorliegen:

Strophonella radiata Vanuxem,
Eatonia medialis Vanuxem var.,
Stropheodonta varistriata var. *arata* Hall (?),
Avicula communis Hall,
Platyceras plicatum Hall,

die sich sämtlich in den New Scotland beds des Staates New York finden.

Typische Vertreter des Upper *Pentamerus* limestone sind die folgenden Fossilien:

Pentamerus pseudogaleatus Hall,
Schizophoria multistriata Hall,
Trematonotus profundus Hall,

die in zahlreichen Exemplaren, *Pentamerus pseudogaleatus* in großer Menge, vorliegen.

Ilionia intermedia n. sp. besitzt als Bindeglied der silurischen *Lucina prisca* Bronn und der devonischen *L. (Paracyclas) antiqua* Goldf. gleichfalls den Wert eines Leitfossils.

Paracyclas proavia Goldf. war früher aus dem Unterdevon noch nicht bekannt, doch machen ihre böhmischen Vorläufer zur Zeit des Silur (*P. Bohemica* Barrande, Syst. Silurien de la Bohême. 6. 129) ihr Vorkommen im unteren Devon mehr als wahrscheinlich.

[1] Siehe Zweiter Teil, II. B.

D c.

Diese Schicht, aus der nur spärliche Fossilfunde vorliegen, scheint einen Horizont zu repräsentieren, der nur wenig jünger ist als D b. *Spirifer* cf. *curvatus* Schloth. deutet auf höheres Unterdevon. Daneben tritt noch in vereinzelten Exemplaren *Stropheodonta varistriata* var. *arata* Hall (?) aus D b und die etwa gleichalterige *Rhynchonella (Rhynchotrema, Trematospira) formosa* Hall auf, die jedoch auch aus dem Upper *Pentamerus* limestone bekannt ist. Dagegen findet sich *Pentamerus pseudogaleatus* mut. *recurrens* nur in D c und erhält somit den Wert eines Leitfossils. Die zahlreich vorliegenden gerippten Spiriferen sind als Vorläufer des unter D a erwähnten jüngeren *Spirifer Scheii* Hall anzusehen.

D d, D e, D f

sind fossilarme Schiefer und Kalksandsteinablagerungen, die an der Ostseite des Gaasefjords anstehen (Kadaverdalen und Hareuren). Nur von diesem zweiten Fundort liegen Stücke vor, die dem Horizont D f angehören und in großen Mengen *Orthotetes umbraculum* Schloth. enthalten. Diese Schichten würden, da D g bereits reines Mitteldevon repräsentiert, dem obersten Unterdevon und unteren Mitteldevon zuzuweisen sein und etwa dem New Yorker Port Ewen limestone (Upper shaly limestone), der Oriskany formation und den Esopus shales entsprechen.

D g.

Die Schicht D g zeigt den Charakter von ausgesprochenem Mitteldevon, und zwar von unterem Mitteldevon. Die aufgefundenen Fossilien (wie *Spirifer gregarius* Clapp [Hall], *Stropheodonta callosa* Hall) deuten auf die obere Helderberggruppe, insbesondere auf den Schoharie grit und die Corniferous beds. *Wilsonia princeps* Barr., die aus den unterdevonischen Riffkalken von Konieprus bekannt ist, scheint auf einen tieferen Horizont hinzuweisen, doch muß in Anbetracht der obengenannten Funde angenommen werden, daß *W. princeps* auch in das Mitteldevon hineinreicht.

D h, D i.

Die beiden im Felde mit D h und D i bezeichneten Schichten weisen eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit der amerikanischen Chemunggruppe auf. Diese äußert sich nicht nur in großer Ähnlichkeit der Faunen, sondern auch in überraschender Gleichartigkeit des Gesteins. Die unreinen Kalke der Serie D h werden von einer kalkigen Sandsteinlage D i überdeckt. In ähnlicher Weise sind auch in den vorherrschenden Sandsteinablagerungen der Chemungformation Bänke unreinen (sandigen) Kalkes eingelagert[1].

[1] Mündliche Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Frech. Vergl. auch: New York State Museum. Bull. 81. p. 20.

Diese Übereinstimmung der Gesteinsarten wird durch die Gleichartigkeit der Faunen noch augenfälliger gemacht. Die Serie D h zeigt den Charakter von mittlerem bis oberem Devon. Die folgenden Fossilien geben dieser Schicht ein mitteldevonisches Gepräge:

Spirifer elegans Stein. var.
„ *gregarius* Clapp = (*Spirifera gregaria* Hall).

Neben diesen Versteinerungen finden sich zwei typische Vertreter des Oberdevon:

Productella hirsuta Hall (?),
„ *arctirostrata* Hall.

Die beiden Productellen konnte ich mit Exemplaren aus der Chemunggruppe des Staates New York vergleichen, die Prof. Frech im Jahre 1891 gesammelt hat. Die arktischen Exemplare zeigen nicht nur eine völlige Übereinstimmung mit den amerikanischen in bezug auf Form und Skulptur der Schale, sondern auch in bezug auf die Gleichartigkeit des Gesteins.

Die New Yorker Stücke sind den fast 30 Breitengrade nördlicher aufgefundenen zum Verwechseln ähnlich.

D i.

Im Gegensatz zu einem einzelnen dunklen Kalksteinfragment, welches durch die Aufschrift gleichfalls der Serie D i zugewiesen ist, obwohl es carbonische Arten enthält, zeigen die kalkigen Sandsteinlagen D i das Gepräge von oberem Mittel- oder Oberdevon. Sie führen zahlreiche schlechterhaltene Fossilien, welche zudem nur wenige Arten repräsentieren. Es finden sich einige Exemplare einer

Modiomorpha sp.

und in großen Mengen

Spirifer inflatus Schnur.

Das erwähnte Kalksteinfragment, das ebenfalls die Bezeichnung D i trug, enthält die folgenden Versteinerungen in je einem bezw. zwei Exemplaren:

Myalina amaena L. G. de Koninck (?) (2),
Spirifer (Martinia) glaber Martin (1),
„ *bisulcatus* Sow. (1).

Demnach dürfte dieses Fragment untercarbonischen Alters sein. Ich scheide es deshalb von der Serie D i ab und vergleiche es mit den dunklen fossillosen Kalken am Bärenkap. Diese werden von weißen feuersteinführenden Kalken und reinen fossilführenden Feuersteinen überlagert, die einem obercarbonischen Horizonte, wahrscheinlich der Moskaustufe, angehören. (Siehe Neues Land. 2. 478 und Abschnitt IV B des Zweiten Teils dieser Arbeit.) Noch weiter nördlich, vom Troldfjord, liegen weiße und rötliche Sandsteine in einzelnen Bruchstücken vor, die Fragmente von Spiriferen mit deutlichen Bündelrippen enthalten. Man könnte sie am besten mit

Spirifer cameratus Montfort (Lethaea, Atlas. Taf. 47 c Fig. 9) vergleichen. Vielleicht deutet ihr Vorkommen auch schon auf marine Dyas hin, die ja in Spitzbergen gut entwickelt ist. Jedenfalls kommt noch weiter nördlich die von Kittl beschriebene Trias vor, so daß von Südosten nach Nordwesten immer jüngere marine Formationen erscheinen. Am Gaasefjord lagert über dem von Kiaer bestimmten Silur (Serie B und C) das ganze marine, mit der Helderberggruppe beginnende und der Chemunggruppe schließende Devon. (Siehe den Zweiten Teil dieser Arbeit, II. B.)

Die Schichtenfolge wird abgeschlossen durch die oberdevonischen Old Red-Sandsteine, mit den von Nathorst beschriebenen Pflanzen.

Der vereinzelte Fund des carbonischen *Spirifer bisulcatus* deutet auf eine Wiederkehr des untercarbonischen Meeres hin, das weiter nördlich am Bärenkapland vollständigere Schichtenfolgen hinterlassen hat[1]. Das oberste Carbon (untere Dyas) wird durch *Spirifer* cf. *cameratus* vom Troldfjord angedeutet, während die Meeresablagerungen der Trias von Ost-Grant-Land und den Inseln der Sverdrup-See versteinerungsreicher entwickelt sind. Mit dem Rückzuge des triadischen Meeres schließt im hohen Norden die geologische Überlieferung der älteren Vorzeit ab.

Zweiter Teil.

Die Entwicklung der arktischen Meere in paläozoischer Zeit.

Einleitung.

Das Ergebnis jeder Einzeluntersuchung gewinnt für die großen Probleme der Erdgeschichte erst dann seine eigentliche Bedeutung, wenn es den bereits bekannten Tatsachen eingefügt oder mit auf anderem Wege gewonnenen Resultaten verglichen wird. So haben die Frage der Verteilung von Wasser und Land in der Vorzeit der Erde die Petrographie im Zusammenhang mit der Tektonik, die Paläontologie, unterstützt von der Kenntnis der geographischen Verbreitung der heutigen Lebewelt, in gemeinsamer Arbeit zu lösen gesucht. Wenn für die Erforschung der ältesten Vergangenheit der Erde (dem Archaicum und der präcambrischen Formationsreihe) die Petrographie nahezu die einzige Quelle unserer Erkenntnis bildet, so tritt ihr in der paläozoischen und mesozoischen Ära die Paläontologie der Meerestiere als bedeutende und oft alleinige Helferin zur Seite, während diese Wissenschaft für die Erforschung

[1] Siehe Abschnitt IV und V des Zweiten Teils dieser Arbeit.

des Cänozoicums in der Tier- und Pflanzengeographie der Kontinente eine wesentliche Stütze findet.

So ist es leicht erklärlich, daß unsere Kenntnis der jüngsten Vergangenheit der Erde am lückenlosesten ist und einzelne Epochen bereits eine feine Gliederung erfahren haben, während im Paläozoicum große Zeitläufte unter einem Namen zusammengefaßt werden müssen, deren Dauer bisweilen dem ganzen Caenozoicum gleichkommt, während endlich im Archaicum die Hypothese vielfach an die Stelle exakter Forschung treten muß. Auch von dem Antlitz der Erde in präcambrischer Zeit ist zu wenig bekannt, um eine Verteilung von Land und Meer kartographisch darstellen zu können. Wohl können wir aus dem großartigen Aufschluß des Colorado Cañons und der Schichtenfolge am Lake Superior, welche wiederum mit dem finnischen Vorkommen Ähnlichkeiten aufweist, auf eine bedeutende Entwicklung präcambrischer[1] Ablagerungen in Nordamerika mit Sicherheit schließen, doch läßt sich selbst von der besser bekannten nördlichen Hälfte unseres Planeten erst zu Beginn des Cambrium ein Bild entwerfen, das einigen Anspruch auf Genauigkeit erheben kann. Erwiesen ist, daß alte präcambrische Festländer in weiter Ausdehnung zu Beginn des Cambrium überflutet wurden. Deutliche Anzeichen dieser Transgressionen liegen aus Nordamerika, Ostasien und Nordeuropa vor. Diese Beobachtungen gestatten, die Entstehung des nördlichen pazifischen Weltmeeres in die Übergangszeit von Präcambrium und Cambrium zu verlegen. Diesem gewaltigen Ozean gehören zwei Meeresbecken an, welche die nördliche Halbkugel bedecken und in arktische Regionen hineinreichen. Wir erhalten also für die Zeit des Cambrium folgendes Bild:

I. Cambrium.

A. Untercambrium.

1. Das Meeresbecken der Rocky Mountains und des Nordpacific.

Das Meeresbecken der Rocky Mountains umfaßt den ganzen Westen von Nordamerika, von dem die Meere des Ostens durch breite Landmassen getrennt waren, wie sich aus der faunisti-

[1] Vergl. H. Haas, Zur Geographie und Geologie Canadas. Peterm. Mitt. 54. VI.

schen Verschiedenheit der Ablagerungen beider Gebiete ergibt. Eine Verbindung dieses Meeres mit dem nordatlantischen Becken kann erst weit im Süden, etwa in der Mitte der mexikanischen Staaten angenommen werden. Arldt[1] hält eine Überflutung der Landenge von Panama für wahrscheinlich. Ob, entgegen den bisherigen Vermutungen, eine Meeresbedeckung des arktischen Inselarchipels schon in untercambrischer Zeit bestanden hat, bleibt auch weiterhin noch zweifelhaft, ist aber immerhin wahrscheinlich. Denn einmal wurde das Vorhandensein von Mittel- und Obercambrium durch Fossilfunde an der Bache-Halbinsel[2] belegt, ferner wird der Granit des Cap Camperdown „von einem arkoseähnlichen, z. T. konglomeratischen Sandstein in nach NNW. flach einfallenden Schichten überlagert“[3], was auf das Vorhandensein von Untercambrium schließen läßt, da dieses überall, wo es in vollständiger Entwicklung aufgeschlossen ist, mit Konglomeraten beginnt. Es kann also vielleicht schon für das Untercambrium nördlich des algonkischen Kontinents das Vorhandensein einer Bucht angenommen werden, die sich ungefähr bis zur Westküste Grönlands erstreckt haben dürfte.

2. Das atlantische Meeresbecken.

Die „Atlantic coast province“, zu der faunistisch auch die Champlain-Hudson province zu rechnen ist, gehört dem Becken des Atlantischen Ozeans an. Marine Ablagerungen dieses Alters wurden an der ganzen Südostküste Nordamerikas von Labrador bis Alabama nachgewiesen. Besondere Bedeutung gewinnen diese Funde durch ihre Übereinstimmung mit den untercambrischen Vorkommen in Europa: Wales, Schottland, Nordfrankreich, besonders aber den baltischen Ländern und Skandinavien, von wo aus die Gleichartigkeit der Faunen wiederum eine Brücke nach Sibirien bildet. Besonders die Untersuchungen von E. v. Toll[4] haben eine nördliche Verbindung des Atlantic mit dem sibirischen Becken wahrscheinlich gemacht. Derselbe Forscher glaubt auch Beziehungen des sibirischen Meeres zum pazifischen annehmen zu

[1] Die Entwicklung der Kontinente. Karte 13.

[2] Neues Land. 2. 471—472.

[3] Ebenda. p. 471.

[4] Beiträge zur Kenntnis des sibirischen Cambrium. Mém. Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg. 8. No. 10. 1899.

müssen, da sich einerseits *Microdiscus*-Arten, die bezeichnenden Formen des Lenabeckens, in Nordamerika finden, und die Gattung *Dorypyge* in China, Korea und Nordamerika auftritt, während anderseits die *Archaeocyathus*-Fauna am meisten der von Sardinien gleicht, das in untercambrischer Zeit von dem nordatlantischen Ozean bedeckt war.

B. Mittelcambrium.

1. Die arktische Transgression.

Im Mittelcambrium kann eine Überflutung der amerikanisch-arktischen Länder in großartigem Maßstabe als gesichert angesehen werden. Diese Transgression, deren Beginn wohl schon in das älteste Untercambrium zu setzen ist, wie wir unter A_1 gesehen haben, ist die durchgreifendste Veränderung, die das Antlitz des arktischen Nordens erfahren hat.

Die, wie ich annehme, untercambrischen konglomeratischen Sandsteine der Bache-Halbinsel (Ostseite von Ellesmereland) gehen „mit gradweiser Veränderung und unter Wechsellagerung in eine Serie von grauen sandigen und mergligen Schiefern und Kalksteinkonglomeraten über. Von wenigen Centimetern bis zu ein paar Metern mächtig, bauen diese Konglomerate und Schiefer, stets wechsellagernd, eine 2—300 Meter-Serie auf, die von zwei etwa 80 m mächtigen, kompakten Bänken von hellgrauem Kalkstein unterbrochen wird“ [1]. Diesen Bänken gehören vermutlich zwei Blöcke an, die Fossilien enthalten. In dem einen wurde ein *Anomocare* sp. (Mittelcambrium), in dem anderen ein *Leptoplastus* sp. (Obercambrium) gefunden. Über diesen Schichten lagert, wie wir weiterhin sehen werden, lückenlos das Silur. Wir können also bereits in mittelcambrischer Zeit ein großes arktisches Meer annehmen, dessen Nordgrenze unbekannt ist, das aber mindestens über den 79. Breitengrad (Cap Camperdown) hinaufreichte. Sein Ostufer war die Küste Grönlands, das sogar in seinen östlichen Teilen vom Meer bedeckt war, wie cambrisch-silurische Funde am Ostkap von Prudhoeland ergeben. Nach Westen hin korrespondierte es mit dem pazifischen Ozean, d. h. dem Meeresbecken der Rocky-Mountains. Nach Süden hin begegnete es der Transgression, die im (Mittel- und) Obercambrium den algonkischen Kontinent

[1] Neues Land. 2. 471.

überflutete. Denn: „der westliche Teil des cambrisch-silurischen Meeres erstreckte sich über die Hudson-Bai weit nach Süden und Westen hinein: das von seinen Ablagerungen in der Gegenwart eingenommene Areal entspricht durchaus nicht seiner ehemaligen Ausdehnung, die noch viel weiter südlich und westlich gereicht haben muß, da man einzelne Schollen von Kalksteinschichten, welche Fossilien aus dieser Periode enthalten und ihrer mineralischen Zusammensetzung nach denen der arktischen Inselwelt überaus ähnlich sind, in den Tälern der großen Seengebiete von Manitoba gefunden hat. Von hier aus kann man die cambrisch-silurischen Sedimente noch weit hinein bis in das Areal der Vereinigten Staaten verfolgen“ [1].

Dieser Ausdehnung des arktisch-amerikanisch-pazifischen Meeres entspricht eine Einengung des

2. Nordatlantischen Meeres.

Diese ist in Nordschottland und an der Westseite des Atlantischen Ozeans nachweisbar. „Indirekt deutet auch die faunistische Selbständigkeit des westlichen Mittelcambrium auf eine Unterbrechung der südlichen Meeresverbindung hin, welche die *Olenellus*-Fauna des Felsengebirges mit der des Atlantischen Ozeans verband“ [2].

C. Obercambrium.

Im Obercambrium vollenden sich die großen Umwälzungen, die sich im Untercambrium vorbereiteten und im Mittelcambrium fortsetzten.

1. Die Überflutung des algonkischen Kontinentes.

Eine weitgreifende Transgression drang von der Gegend der heutigen Rocky Mountains in das Innere von Nordamerika vor und lagerte die klastischen Brandungserzeugnisse als Sandbänke, die die Küsten begleiten, oder tiefer im Inneren in weiten flachen Becken ab. In großartiger Einförmigkeit finden sich dieselben Ablagerungen in Arizona, Texas, Missouri, den Black Hills, am Ostrande der Rockys und nördlich in Minnesota, Wisconsin, Michi-

[1] H. Haas, Zur Geographie und Geologie Canadas und des arktischen Archipels von Nordamerika. Peterm. Mitt. **54**. VI.

[2] Lethaea palaeozoica. **2**. 56.

gan bis nach Canada und den Adirondekbergen des Staates New-York. Doch erreichte diese Transgression nicht den Atlantischen Ozean. Vielmehr erfolgte „gleichzeitig mit der Überflutung des Binnenlandes von Nordamerika eine vollständige Trennung des akadischen, durch die nordatlantische *Olenus*-Fauna gekennzeichneten Obercambrium von der *Dicellocephalus*-Fauna des den heutigen amerikanischen Kontinent bedeckenden Meeres. Vielleicht ist das letzte Ereignis als die erste Aufwölbung der Appalachien zu deuten“ [1].

2. Rückzug des Meeres in Mitteleuropa.

Während in Amerika die Ausbreitung des Meeres beständig zunahm, scheint eine entgegengesetzte Bewegung in Mittel- und Südwesteuropa ihre Spuren hinterlassen zu haben; denn die obercambrische Fauna Amerikas und der nordischen Länder fehlt nach unserer heutigen Kenntnis in der ganzen medianen Zone Europas. Allein auf Armorika gelangte zu dieser Zeit eine Transgression zum Abschluß, die durch Konglomerate überliefert ist, als Vorspiel der Meeresüberflutungen zur Zeit des Silur [2].

Der atlantisch-grönländische Kontinent und seine Meere.

Das Obercambrium ist die erste Epoche in der Herrschaft des großen arktisch-amerikanischen Meeres, von dem bereits unter B_1 gesprochen wurde. Es erstreckte sich etwa vom 40. bis 80. Breitengrad. Ob es noch weiter nach Norden reichte, entzieht sich unserer Betrachtung. Wahrscheinlich korrespondierte es mit dem sinischen Meere [3]. Genauere Angaben lassen sich über seine Ostgrenze machen. Für die arktische Region wurde bereits erwähnt (siehe B_1), daß es die Westgrenze Grönlands mit Ausnahme von Prudhoeland nicht überflutete.

Ferner „verschiebt sich wahrscheinlich durch eine von der Bewegung des Meeres unabhängige Gebirgsfaltung die Küste des Atlantischen Ozeans weiter nach Nordosten: die europäischen Zonen mit *Parabolina* und *Dictyonema* finden sich nur in Acadien, während die *Paradoxides*-Fauna noch in Massachusetts in ty-

[1] Lethaea palaeozoica. 2. 59.
[2] A. de Lapparent, Traité de Géologie. 5. Aufl. 2. 775.
[3] Lethaea. 2. 61.

pischer Entwicklung vorkommt“ [1]. Schon im mittleren Cambrium können wir den Beginn dieser negativen Bewegung des Atlantischen Ozeans konstatieren: Die *Paradoxides*-Fauna ist in Nordamerika nur in den drei am weitesten östlich gelegenen Küstengebieten bekannt: im östlichen Teile von New Foundland, Neu-Braunschweig und Massachusetts. Reihen wir an diese Tatsachen die unter C_1 erwähnte Aufwölbung der Appalachien, so gelangen wir zur Annahme eines großen atlantisch-grönländischen Kontinentes zur Zeit des Obercambrium, der das nordatlantisch(-baltische) Becken von dem pacifischen trennte. Eine ähnliche, wenn auch nur hypothetische, Meinung hat bereits A. de Lapparent ausgesprochen: Si obscure que soit encore, faute de données suffisantes la géographie des temps cambriens, il paraît établi que le noyau canadien [2] se reliait à une grande terre groenlandaise et que la plus grande partie de l'Atlantique septentrional devait être émergée [3]. Durch das skandinavisch-baltische Becken ist die Ostgrenze dieses großen Kontinentes gegeben.

II. Das Silur.

A. Untersilur.

Das Silur ist gegenüber dem Cambrium durch die Ausbildung zahlreicher verschiedener Fazies gekennzeichnet, ohne daß jedoch im tieferen Silur das Antlitz der nördlichen Halbkugel eine wesentlich andere Verteilung von Land und Wasser zeigte als im jüngeren Cambrium.

1. Das baltische Meer bedeckte wie im Cambrium Skandinavien und die deutschen Ostseeprovinzen, dehnte sich aber, wie die Funde von Gürich [4] in Kielce ergaben, bis nach Russisch-Polen südwärts aus und wurde auch im inneren Rußß-

[1] Lethaea. 2. 60.

[2] Der „noyau canadien“ wäre auf Grund der obigen Ausführungen und der Ergebnisse der Sverdrupschen Expedition auf den nordöstlichen Teil des canadischen Festlandes und des canadischen Inselarchipels zu beschränken, d. h. auf Baffinland und die Umgebung der Ungava-Bay. An diese Länder würde sich im Süden das von der algonkischen Transgression nicht erreichte Küstengebiet der Appalachien reihen.

[3] A. de Lapparent, Traité de géologie. 5. Aufl. 2. 773.

[4] Das Paläozoicum im polnischen Mittelgebirge. St. Petersburg 1896. p. 476 ff.

land nachgewiesen, so daß es wahrscheinlich mit dem sibirisch-chinesischen Meere in Verbindung stand. Im Nordwesten bespülte es die Küste des großen atlantisch-grönländischen Kontinentes, die bedeutend weiter westwärts als die Ostküste des heutigen Grönland lag, wie Nathorst[1] erwiesen hat.

2. Das nordatlantische Meer ist wie im Obercambrium durch den grönländischen Kontinent weit nach Süden zurückgedrängt. Nur in England reichte es über den 55. Breitengrad nordwärts, ohne Schottland zu überfluten. In Belgien und Nordfrankreich findet es seine östliche Grenze und wird im Westen durch den Zug der Appalachien eingedämmt. Nirgends reicht es in die arktische Region hinein.

3. Das pacifisch-amerikanische Meer bedeckte den ganzen Osten und das Innere des nordamerikanischen Kontinentes, von dem, abgesehen von den Küstengebieten des Ostens[2] und Südostens, nur Reste des alten algonkischen Kontinentes erhalten geblieben sein dürften. Im Norden reichte dieses Meer weit in die arktische Region hinein. Silurische Ablagerungen sind auf den folgenden canadischen Inseln nachgewiesen: Akpatok (Ungava Bay) Southampton, Baffinland, Cockburnland, North Somerset, Boothia-, King William-, Prince of Wales-, Victoria-Island, North Devon, Cornwallis, Ellesmere, und endlich an der Ostküste von Grönland in Washingtonland[3]. Genauere Angaben über das Alter aller dieser silurischen Funde liegen noch nicht vor. Doch läßt sich folgendes sagen: In Boothia, North Somerset und King Williamsland wurde Trentonkalk nachgewiesen. Über die Funde auf den von der zweiten norwegischen Expedition berührten Inseln bemerkt P. Schei[4], der verstorbene

[1] A. G. Nathorst, Ymer 1900. H. 2. p. 156 u. Geol. Fören Förhandl. **23**. H. 4.

[2] „Mit der Eruption der jüngeren Diabase scheint die geologische Gestaltung der Ostküste von Labrador abgeschlossen gewesen zu sein, bis in nachpliocäner Zeit die mächtigen Eismassen vom Innern des Landes her an dieselbe vorgedrungen sind. Während dieser ganzen langen Zeit dürfte allem Anschein nach der westliche Rand Labradors nicht mehr vom Wasser bedeckt gewesen sein." H. Haas, Zur Geographie und Geologie Canadas und des arktischen Archipels von Nordamerika. Peterm. Mitt. 54. VI.

[3] Siehe die Karte der Geological Survey of Canada 1906.

[4] Neues Land. 2. 472.

Geologe der „Fram", folgendes: „Über der erwähnten zweiten Serie von Konglomeraten[1] kommt als nächstes Glied der Schichtenreihe ein heller grauweißer Kalkstein in einer etwa 100 m mächtigen Bank, die mitten im Profile des Vorgebirges Victoria Head ansteht. Undeutliche Orthoceren, *Lichas* und *Symphysurus* gestatten, diesen Kalkstein als untersilurisch zu erkennen. Über der Orthoceren führenden hellen Kalkbank kommen einige mit Kalksteinen wechsellagernde, weniger mächtige Schichten von Quarzsandstein und schließlich eine etwa 30 m mächtige Bank von dichtem, braunem Kalkstein, von dem gewisse Schichten Fossilien, eine Asaphide, Spuren von anderen Trilobiten und einige Gastropoden enthalten, vor. Verfolgt man das Profil auf der Nordseite der Prinzeß-Mary-Bay, so findet man das nordnordwestliche Einfallen der Schichten, wenn auch anscheinend ein wenig steiler, in den Kalkbänken auf Norman-Lockyer-Island wieder. Eine Fauna mit *Halysites* sp., *Zaphrentis* sp., *Orthisina* sp., *Rhynchonella* sp., *Leperditia* sp., *Illaenus* sp. usw. verweist diesen Kalk in das untersilurische System"[2].

Auf Grund dieser Tatsachen ist die Annahme berechtigt, daß an den genannten Fundpunkten tiefstes Untersilur bis oberes Untersilur vertreten ist. Die geographische Betrachtung ergibt, daß das untersilurische Meer die Westküste Grönlands erreicht hat und über den 60. Längengrad westlich von Greenwich vorgedrungen ist. Ob es sich auf diesem Wege mit dem ostgrönländisch-baltischen Meere vereinigt hat, entzieht sich unserer Kenntnis. Höchstwahrscheinlich hingegen ist ein Zusammenhang des arktischen Meeres mit dem pacifischen Ozean.

B. Das Obersilur.

Die Zeit des Obersilur ist durch eine allgemeine Verbreitung der Meeresfauna in auffälliger Weise gekennzeichnet. Die Erweiterung der Meeresverbindungen, welche sich im Untersilur zu öffnen begannen, ist die unmittelbare Ursache dieser Erscheinung.

Früh schon wurde die Übereinstimmung der Wenlockschichten, die das mittlere Obersilur Englands darstellen, mit der amerikanischen Niagara group erkannt. Ferner kehren die Waldron-

[1] Cambrium. Siehe meine Bemerkungen unter I. A. 1. und B. 1.
[2] Neues Land. **2**. 472.

schichten Indianas in gleicher Ausbildung in Gotland wieder. Einzelne Lokalunterschiede lehren nur, daß die Verwandtschaft der Fauna Englands mit der amerikanischen augenfälliger ist als die mit der Lebewelt des baltischen Gebietes, ohne gegen die Annahme „eines einheitlichen obersilurischen Ozeans auf dem größten Teil der Nordhemisphäre" (L. P. II. 102) zu sprechen. Von besonderem Interesse für die Verbreitung des arktischen Meeres ist nun die Tatsache, daß von dem Geologen der „Fram" mittleres Obersilur und oberes Obersilur (Wenlock und Ludlow) auch auf König-Oskar-Land unter 76° 30′ nördlicher Breite nachgewiesen wurde. „Auf der Südseite des Renntiertales[1] steht der braune Kalk der Vorgebirge an, und zwar Serie A flach nach NNW. einfallend, aber auf der Nordseite des Tales findet man eine dunkle Schieferabteilung, Serie B, die konkordant über den Bänken des braunen Kalkes liegt. Die Schieferabteilung enthält besonders im Liegenden und Hangenden häufig Schichten von reinem, dunklem Kalk, die oft fossilführend sind. Im Renntiertale wie in der Seehundbucht[2], wo diese Abteilung ebenfalls ansteht, wurde Material gesammelt, worin bei vorläufiger Durchsicht etwa 15 Arten gefunden sind, darunter *Favosites* sp., *Strophomena* cfr. *euglypha*, *Meristella* spec. in Menge, *Rhynchonella* cfr. *borealis*, *Pentamerus* cfr. *galeatus* und *Spirifer* cfr. *elevatus*. Das Alter dieser Abteilung in Serie B ist das der Wenlockgruppe[3].

Über das Vorkommen des oberen Obersilur erfahren wir folgendes:

„Der oberste Teil der Serie B steht unter anderem in dem Vorgebirge[4] nördlich vom Tunneltale im Walroßfjord an. Über einem schwarzen Schiefer mit *Monograptus* sp. und *Leperditia* cfr. *phaseolus* kommt hier eine Bank von Fragmentkalk mit *Favosites*, *Strophomena* cfr. *Pecten*, *Atrypa reticularis* und *Pterinea* cfr. *Sowerbyi*. Von einer Fundstelle im Gaasefjord haben wir aus demselben Niveau in der Schichtenfolge *Favosites* cfr. *Hisingeri*, *Favosites Gotlandicus*, *Thecia Swinderenana*, *Spirifer elevatus*, *Spirifer* cfr. *crispus*, *Strophomena corrugatella* Dew. und *Pterinea* sp.

[1] Dieses Tal mündet von Osten her in dem Gaasefjord, der König-Oskar-Land von der Simmonshalbinsel scheidet.

[2] Westufer der Simmonshalbinsel.

[3] Neues Land. 2. 473—474.

[4] 76° 35′ nördl. Br.

Das Alter dieses obersten Teiles von Serie B würde demnach das der Ludlowgruppe sein. Die Serie ist etwa 300 m mächtig“ [1].

Auf Grund dieser Tatsachen und der Ergebnisse des Ersten Teils dieser Arbeit läßt sich auch über die Grenze von Silur und Devon einiges sagen, das nicht mehr auf dem schwankenden Boden der Hypothese steht. Wir erfahren über die folgende Schichtenreihe, die Serie C, von dem Geologen der „Fram“ folgendes:

„Sowohl im Gänsefjord und Walroßfjord wie im Höllentore liegt über diesen Schichten Serie C, die aus wechselnden Schichten von hellen und dunklen, teilweise sandigen Mergelschichten besteht; in dem obersten Teile treten reine Quarzsandsteinbänke und Tonsandsteine auf. Die Gesamtmächtigkeit dieser Schichtenreihe beträgt im Gänsefjord etwa 300 m, während sie im Höllentore möglicherweise etwas größer ist. In dieser Serie gelang es nicht, Fossilien zu finden. Am Fuße der hohen Felswände an der Inneren Enge [2] und in der Burg steht Serie C an. Auf beiden Stellen wird sie überlagert von dunklem Kalk und schwarzem, z. T. fossilreichem Schiefer“ [3] (Serie D). Die Bearbeitung dieser Serie hat nun ergeben, daß ihre älteste fossilführende Schicht vom Alter der New Scotland beds (Shaly limetone) ist, daß jedoch das älteste Unterdevon, das dem Lower *Pentamerus* limestone (Coeymans limestone) entsprechen würde, durch Fossilien nicht vertreten ist. Anderseits leiteten uns die Silurversteinerungen bis zur Ludlowgruppe, ohne auf die jüngsten Ablagerungen dieser Epoche vom Alter des englischen Ledbury, Tilestone und Downton oder des New Yorker Zementkalkes mit *Eurypterus* hinzuweisen. Wir können also mit gutem Recht annehmen, daß Serie C die lückenlose Verbindung von B und D darstellt und das alleroberste Silur wie das allerunterste Devon repräsentiert.

Die Ausfüllung dieser Lücke in der paläontologischen Überlieferung gestattet die Annahme, daß das periarktische Weltmeer einer großen Klimazone entsprach, deren Vorhandensein allein eine so weite Verbreitung verwandter Faunen veranlassen konnte.

[1] Neues Land. 2. 474.
[2] Innerstes des Walroßfjordes.
[3] Neues Land. 2. 474.

III. Das Devon.

A. Unterdevon.

1. Die Old Red-Fazies.

Die großen Eroberungen, welche das Meer zur Zeit des oberen Cambrium und unteren Silur auf der Nordhemisphäre macht, werden schon im Obersilur teilweise für das Land zurückgewonnen, das dann im Unterdevon eine Ausdehnung erfährt, die sich an Flächenraum mit der des periarktischen Weltmeeres zur Zeit des Silur wohl vergleichen läßt.

In England und den baltischen Ländern werden die obersilurischen Meeresablagerungen nirgends durch marine Sedimente devonischen Alters fortgesetzt. Durch die Schichten des roten Sandsteins, die dem Obersilur der britischen Inseln wechselweise eingelagert sind, wird der Rückzug des obersilurischen Meeres besonders veranschaulicht. Die ausgedehnten Ablagerungen des roten Sandsteins, der, wie wohl einwandfrei nachgewiesen[1] ist, dem Gebiete der Kontinentalsockel angehört, bilden geradezu ein Kennzeichen des Devon. Auch in Amerika kehrt dieser Sandstein wieder. Am Cayugasee des Staates New York überlagert er die marine Chemung-Formation. Und je weiter wir nach Osten gehen, um so gewaltiger ist die Entwicklung der roten Sandsteine, die am Hudson das ganze Oberdevon aufbauen. Überall sind sie vorwiegend aus grobem, festländischem Material gebildet, das sich in weiten Binnenseen ablagerte, deren Wasser mannigfache chemische Zusammensetzung zeigte oder auch mit dem Ozean in Verbindung stand. Dasselbe gilt mit geringer Einschränkung für Ostcanada. Auch hier finden wir am Lorenz-Golf (Gaspé-Bai) das marine Obersilur von der Old-Red-Fazies überlagert, die allerdings in den Schichten des tiefsten Devon durch graue Kalke[2] marinen Ursprungs ersetzt wird. Endlich hat Nathorst im Jahre 1899 die Old-Red-Seen von Schottland und Spitzbergen bis zum Kaiser-Franz-Josef-Fjord in Ostgrönland unter 74° n. Br. verfolgen können.

[1] Siehe u. a. Frech, Lethaea palaeoz. **2**. bes. p. 213—232.

[2] Lethaea palaeozoica. **2**. Tabelle XVIII. Einzelheiten in: John M. Clarke, Early devonic history of New York and Eastern North America. New York State Museum. Education Departement. Mem. **9**. Part I u. II. Albany 1908/09.

2. Positive Bewegungen des Meeres zur Zeit des Unterdevon.

a) Das nördliche Helderbergmeer und seine Beziehungen zum arktischen Unterdevon.

Diese Tatsachen machen es ohne weiteres verständlich, daß nur in wenigen Gebieten (siehe unten) marines Devon auf die silurischen Ablagerungen folgt. Um so verwunderlicher ist deshalb auf den ersten Blick der Umstand, den ich in Teil II B dieser Arbeit zu erweisen suchte, daß die silurischen Ablagerungen des nordcanadischen Archipels lückenlos in die devonischen übergehen. Die Verwandtschaft der nordischen Fauna mit der des Helderbergmeeres macht diese Erscheinung jedoch verständlich. Es muß also auf Grund der paläontologischen Ergebnisse des Ersten Teils dieser Arbeit eine einheitliche Flachsee angenommen werden, die von der Höhe New Yorks bis zum 78. Breitengrad hinaufreichte, oder zum mindesten eine Meeresverbindung, die einen Austausch der New Yorker Fauna mit der unter ähnlichen klimatischen Bedingungen lebenden arktischen gestattete. Das Fehlen unterdevonischer mariner Ablagerungen in Nordostcanada läßt die Annahme eines einheitlichen Meeres in der Tat hypothetisch erscheinen, ohne jedoch den Gedanken einer Verbindung beider Meere widerlegen zu können, den die Verwandtschaft ihrer Faunen mit zwingender Notwendigkeit fordert. Gestützt wird diese Folgerung noch durch die Tatsache, daß das nördliche Helderbergmeer eine Fauna zeigt, wie sie bisher aus keinem anderen Gebiete bekannt war. Auch können wir mit gutem Grunde das Fehlen mariner Ablagerungen des Unterdevon zwischen den arktischen Gebieten und dem Staate New York z. T. den erodierenden Wirkungen des Inlandeises[1] zuschieben. Jedenfalls läßt sich ganz allgemein mit Sicherheit behaupten, daß in der letzten Phase des Silur und zu Beginn der Devonzeit das Land immer mehr aus den Fluten emportauchte und die See nach Norden zurückdrängte. Es ist als geradezu natürlich zu bezeichnen, daß wir nicht in der Lage sind, genaue Grenzen von Land und Meer für diese Epoche anzugeben, da wir im Altertum der Erdgeschichte so gewaltige Zeiträume mit einem Blick zu überschauen genötigt sind, daß wir stets nur den Eindruck fortwährender Bewegung haben, aber niemals wie heute den Zustand scheinbarer Ruhe beobachten.

[1] Siehe II. A. 3. Anmerkung 1.

Hat im Gebiete der arktischen Inseln das Meer gegenüber dem immer mächtigeren Vordringen des Landes seinen Platz als Rest silurischer Herrschaft behauptet, so haben anderseits die Kontinente hier und da Verkleinerungen erfahren, die zwar dem Rückgange der Meere nicht die Wage halten, aber doch das Verhältnis von Land und Wasser auf der Nordhemisphäre gleichmäßiger gestalten und damit wahrscheinlicher machen.

Das Resultat einer solchen positiven Bewegung des Wassers ist das bereits erwähnte

Nördliche Helderbergmeer,

dessen Beziehungen zu der arktischen See eine etwas eingehendere Betrachtung gerechtfertigt erscheinen lassen. Das Obersilur ist im Westen des Staates New York (Niagara und Genessee River) am reichsten gegliedert und zeigt seine bedeutendste Mächtigkeit in den Grenzgebieten von Pennsylvanien, um in östlicher Richtung unregelmäßig auszukeilen, bis es östlich des Hudson verschwindet. Nach einer vorübergehenden (obersilurischen) negativen Meeresschwankung beschränkter Ausdehnung (Salina group) vermittelt die Litoralbildung des Waterlime den Übergang zu der im offenen Meere abgesetzten Helderberggruppe, deren Stufen im Ersten Teile dieser Arbeit zum Vergleiche herangezogen wurden. Dieses Meer bedeckte das gesamte Gebiet der großen canadischen Seen mit Ausnahme der Nordhälfte des Oberen Sees und das Stromland des Ohio bis über seine Mündung in den Mississippi hinaus. So findet sich das obere Unterdevon (Oriskany sandstone) von Norden nach Süden in Ontario, New York, Maryland, Virginia; westwärts in Ohio und Pennsylvania, um in anderer Ausbildung (kieseliger Sandstein) in Illinois und Missouri (Kalk) über den Mississippi vorzudringen. Von besonderer Wichtigkeit sind die nördlichen Ablagerungen des Helderbergmeeres. Noch in Maine (am Square Lake) und in Neubraunschweig (Gaspé-Bai) finden sich mächtige Kalke[1] marinen Ursprungs, die der Helderberggruppe zuzuweisen sind. Die gleichen Schichten kehren isoliert bei Montreal

[1] Die Gaspé-Kalke zerfallen in Albankalke + Bon Amikalke = Lower Helderberg group. Grand Grève-Kalke = Oriskany formation. Vergl. Clarke, Early dev. hist. of N. Y. usw. N. Y. St. Mus. Mem. 9. P. I u. II. 1908/09

wieder, und William Deeks wies auf der St. Helens-Insel die „Lower-Helderberg-Formation“ nach.

Diese Tatsachen bilden einen wichtigen Fingerzeig für die bereits oben allgemein erörterte Frage, wo eine Verbindung des arktischen mit dem Helderbergmeere angenommen werden kann. Da im Innern der britischen Besitzungen marine Ablagerungen dieses Alters fehlen, bleiben nur die Gebiete der Ost- und Nordostküste Nordamerikas als Bindeglieder übrig, die zwischen der arktischen und der New Yorker Helderbergfauna vermitteln können.

b) Transgressionen in der Alten Welt.

In Sibirien breitete sich im Gebiete des Altai und Ural ein großer Ozean aus, der nur im Süden als Fortdauer der obersilurischen Meeresbedeckung anzusehen ist, im Norden jedoch weit in den atlantisch-arktischen Kontinent hineingriff. Seine von Tschernytschew beschriebene Fauna deutet auf Zusammenhänge mit der böhmischen und karnischen See.

Das Vordringen des Westeuropäischen Meeres im rheinischen Schiefergebirge, in Devonshire und im westlichen Harze sei nur kurz angeführt als weiteres Beispiel der vereinzelten Vorstöße des Meeres gegenüber dem weiten Emportauchen des Landes, wodurch diese Epoche in der Geschichte der nördlichen Halbkugel gekennzeichnet ist.

3. Zusammenfassung.

Auf Grund der vorstehenden Tatsachen ergibt sich etwa das folgende Bild der unterdevonischen Meere:

a) Das altai-uralische Becken greift von Süden her in den atlantisch arktischen Kontinent, von dem es die russische Halbinsel abteilt. Etwa vom 45. Breitengrade reicht es nordwärts dem Verlaufe des Ural folgend und bedeckt ganz Westsibirien ohne den 110. Längengrad (östlich von Ferro) zu überfluten.

b) Die Fortdauer des Pazifischen Ozeans ist zum mindesten wahrscheinlich, da die litorale Zone dieses Meeres dem Austausch der weltweit verbreiteten Flachseefauna des Obersilur und Mitteldevon gedient haben muß, obwohl in zirkumpazifischen Gebieten keine Ablagerungen unterdevonischen Alters aufgefunden worden sind. Derselbe Grund fordert eine lange Küstenlinie im Norden, welche einerseits den Austausch der Faunen

vermittelte, anderseits den pazifischen Ozean gegen die arktischen Gebiete abschloß.

c) Das nördliche Helderbergmeer, dessen Ausdehnung schon unter A_{2a} genauer betrachtet wurde, muß durch eine „nordatlantische Halbinsel“ [1] gegen das atlantische Becken [2], durch den südöstlichen Teil Nordamerikas gegen den Pacific abgeschlossen gewesen sein. Mit Arldt [3] eine breite Landbrücke anzunehmen, welche den nordatlantischen Kontinent über die Antillen und das karaibische Meer mit dem Norden von Südamerika verband, um in einen südatlantischen Kontinent zu münden, ist aus faunistischen Gründen nicht ratsam, da eine solche Brücke das nördliche Helderbergmeer auch von dem südlichen Helderbergmeer trennen würde. Besonders die Icla-Schiefer von Bolivien und die Sandsteine Brasiliens weisen auf die nordamerikanischen Oriskany- und Hamiltonschichten hin und fordern eine direkte Verbindung beider Meere. Auf die Notwendigkeit eines Zusammenhanges des Helderbergmeeres mit dem arktischen Becken wurde bereits mehrfach hingewiesen.

B. Das höhere Devon.

1. Allgemeines.

Das weite Emportauchen des Landes zur Zeit des Unterdevon hatte eine vielfache Spezialisierung der einzelnen Faunen zur natürlichen Folge. Breite Ländermassen, welche die einzelnen Meeresbecken trennten, machten eine gleichartige Verbreitung der Tierwelt unmöglich. Doch schon im obersten Unterdevon begegnen wir hier und da Andeutungen der wieder beginnenden Herrschaft des Meeres, die sich im Mitteldevon immer mehr ausdehnte, um im Oberdevon einen Flächenraum einzunehmen, der an die Zeit des Obersilur erinnert. War das marine Unterdevon im Hangenden des Obersilur eine seltene Ausnahme, so werden im Gegensatz hierzu mitteldevonische Schichten überall von oberdevonischen

[1] Lethaea palaeozoica. 2. 238.

[2] Doch scheinen nach den neuesten Untersuchungen Clarke's vorübergehend die nördlichsten Teile des Helderbergmeeres (Neu-Braunschweig und Maine) mit dem atlantischen Becken durch Meeresstraßen verbunden gewesen zu sein. (Early dev. hist. of N. Y. and East. N. Am. N. Y. St. Mus. Educ. Dep. Mem. 9. P. II. Albany 1909.)

[3] Entwicklung der Kontinente p. 570 und Karte 15.

überlagert. Diese Verhältnisse lassen es zweckmäßig erscheinen, Mittel- und Oberdevon gleichzeitig zu betrachten. Denn im jüngsten Devon vollenden sich die Umwälzungen, die im mittleren begannen.

2. Die mitteldevonischen Transgressionen.

Das untere Mitteldevon ist die Zeit des Ausgleichs unter den Faunen der Alten und der Neuen Welt. Früher spezialisierte Faunen greifen wechselweise ineinander und deuten auf ein neues periarktisches Weltmeer hin. Im Oberdevon erscheint dieser Ausgleich vollendet. Nordafrika[1], das zu dem westeuropäischen Becken gehört, zeigt faunistische Verwandtschaft mit der mitteldevonischen Hamilton- und der oberdevonischen Chemung group, eine Erscheinung, die mit dem Verschwinden der nordatlantischen Halbinsel in unmittelbarem Zusammenhang steht.

Eine weitere trennende Mauer wurde durch die Überflutung der russischen Halbinsel beseitigt. Old-Red-Sandsteine, die mit marinen Brachiopodenschichten wechsellagern, deuten auf den schwankenden Beginn der mitteldevonischen Transgression, während die allerdings nur lokal auftretenden *Gomphoceras*-Kalke für den endgültigen Sieg des offenen Meeres sprechen.

Der uralisch-sibirische Ozean des Unterdevon erleidet keine Einengung. Die uralische Fauna, die deutliche Beziehungen zu der deutschen und englischen erkennen läßt, bildet einen weiteren Beleg für die fortschreitende Verwischung der faunistischen Unterschiede. Nach Osten hin wurde dieses Becken wesentlich erweitert, wie mittel- und oberdevonische Funde aus dem Gouvernement Jenisseisk und Transbaikalien und von der Westküste des Ochozkischen[2] Meeres beweisen. Auch die Fauna der neusibirischen Inseln gliedert sich diesem weiten Gebiete zwanglos an, wenn auch ihr Erforscher (Baron v. Toll)[3] ostamerikanische Beziehungen zu erkennen glaubte. In Nevada endlich tritt eine Vermischung des europäischen mit dem ostamerikanischen Charakter zutage, während die mittel- und oberdevonischen Funde aus Manitoba noch auf Europa hinweisen. Die mitteldevonische Tierwelt Kaliforniens deutet auf den Osten (Corniferous limestone), während die Korallen,

[1] Lethaea palaeozoica. 2. 243.
[2] Lethaea palaeozoica. 2. 692. Nachtrag.
[3] Mém. Acad. St. Pétersbourg. 37. No. 3. p. 31.

welche einem Riff der Grafschaft Shasta angehören, dem Oberdevon von Manitoba näher zu stehen scheinen.

Diese Tatsachen stehen im Einklang damit, daß der Zusammenhang des Helderbergmeeres mit dem canadisch-arktischen Becken nicht erst durch die große mitteldevonische Transgression hergestellt wurde, sondern bereits zur Zeit des Unterdevon bestand, wie bereits unter III. A nachgewiesen wurde. Die nordamerikanische Transgression erfolgte völlig unabhängig von diesem Meere von Osten oder Südosten her. Daß sich anderseits beide Meere schon in mitteldevonischer Zeit vereinigten, ist durch die Mischfaunen von Nevada und Kalifornien überliefert. Wie weit die große westöstliche Transgression in das Land eingriff, läßt sich nicht genau bestimmen, da ein Fund von *Spirifer mucronatus* Hall im Süden der Hudson-Bai ebenso auf Europa wie auf New York hindeutet, während nördlich vom Clear Water Hamiltonschichten aufgefunden wurden.

3. Rückzugserscheinungen des obersten Devon.

Im hohen Norden (Ellesmereland) führen uns, wie bereits nachgewiesen, die marinen Ablagerungen lückenlos bis zum Oberdevon, das in petrographischer und faunistischer Hinsicht der Chemung-Gruppe analog entwickelt ist. In Ostamerika geht das marine Oberdevon allmählich in die terrestrischen Catskillsandsteine über. Einer verwandten Entwickelung begegnen wir am Gänsefjord. P. Schei macht hierüber die folgenden Mitteilungen[1]: „Die Gebirge mit schwacher Böschung, die das Innere des Gänsefjord umgeben, sind größtenteils von Sandsteinen aufgebaut, die aber nur selten in den Steilabhängen und in den Flußbetten bloßgelegt und zugänglich sind". Ferner: „Der Sandstein, dessen Mächtigkeit wenigstens 600–700 m beträgt, hat ein flaches Fallen gegen NNW. Etwas südlich des auf der Kartenskizze dargestellten Gebietes und nach der Mündung des Fjords zu, ruht er mit konkordanter Lagerung auf einer Reihe von Kalksteinen und Schiefern, die ziemlich reich an Tierfossilien sind". Und weiterhin über die Fundstätte 3: „Die ganze Sandsteinreihe ruht auf Schichten, die zu einer hohen Abteilung des Mitteldevons oder sogar zum Oberdevon gerechnet werden müssen. Über die obere Grenze der Reihe

[1] Report of the second norwegian arctic expedition. **1**. 4—8.

kann ich mich dagegen nicht äußern." Diese Schichten angeblich mittel- bis oberdevonischen Alters sind die Serie D, welche, wie wir gesehen haben, das ganze marine Devon bis zur Chemung group umfaßt. Über weitere Vorkommen dieses Sandsteines bemerkt derselbe Forscher: „Der Sandstein ist mit flachem Fallen gegen WNW. von der Renntierbucht bei Hell Gate am Nordstrand an der Nordküste vorbei bis an die Ostseite des Eingangs in den Eidsfjord anstehend gefunden worden. Westlich des Eidsfjords treten Kalksteine auf, die am Store Bjornekap (Großes Bärenkap) Carbonfossilien enthalten. Ich fand keine Gelegenheit, die Grenze zwischen den beiden Formationen festzustellen." Diese Sandsteine, welche Pflanzenfossilien führen, die von Prof. Nathorst[1] beschrieben wurden, weisen darauf hin, daß auf die lange Herrschaft des Meeres im hohen Norden eine Epoche terrestrischer Bildungen nach Art des Old Red folgte, welche im Untercarbon noch einmal von dem Meere überflutet wurden[2].

Auch in anderen Gebieten macht sich bereits im obersten Devon eine negative Bewegung des Meeres bemerkbar. Die analoge Entwicklung in Ostamerika wurde bereits erwähnt. Doch auch im Westen erobert sich die Old-Red-Fazies einzelne Gebiete. So sind aus Arizona und Colorado Sandsteinablagerungen mit Fischresten bekannt. In der Alten Welt begegnen wir Schwankungen in demselben Sinne: Russisch Polen entzieht sich der Herrschaft des Meeres und die an Tiefsee gebundene Clymenienfauna findet sich nur am Ural und in Mitteleuropa.

IV. Das Carbon.

A. Allgemeines.

Schon für die Zeit des Devon kündigten sich manche Regressionen des Meeres nicht allein durch das Fehlen mariner Ablagerungen, sondern positiv durch das Vorhandensein terrestrischer Bildungen an. Aus dem Devon leitet in das Carbon die Ausbildung terrestrischer Sandsteine hinüber, die wir in beiden Formationen antreffen, während die Entstehung der Kohlenflöze als besonderes Kennzeichen des europäischen Carbon den Unterschied festländischer und mariner Bildung verschärfen hilft. Diese beiden

[1] Report of the second norwegian arctic expedition. 1. 3—22.

[2] Siehe Abschnitt IV. B. 1 u. V. A. 2.

Hauptformen der Ablagerungsweise sind durch Auftreten verschiedener Fazies in mannigfacher Weise gegliedert, während Fauna und Flora eine verhältnismäßige Einförmigkeit zeigen. Endlich ist diese Epoche durch großartige Aufwölbungen der Erdoberfläche gekennzeichnet, welche nicht ohne Einfluß auf die Verteilung von Land und Wasser bleiben.

B. Das Untercarbon.

1. Der arktische Kontinent.

Der Rückzug des Meeres, der sich schon zur Zeit des obersten Devon im Auftreten terrestrischer Bildungen äußerte, schreitet im untersten Carbon auf der Nordhemisphäre so weit fort, daß sich das Land zu einem einheitlichen arktisch-atlantischen Kontinent zusammenschließt. Nur in einigen Teilen des eurasiatischen Gebietes ist ein Vordringen des Meeres in nördlicher Richtung zu beobachten, ohne daß jedoch die arktische Zone berührt würde. Die Old-Red-Gebiete Irlands, Nordenglands und Schottlands werden von der See zurückgewonnen. Auch im Süden der Bretagne sind Anzeichen einer Überflutung vorhanden. Ebenso finden sich in Nordchina und der Mongolei nördlich des Tsinglingschan und Nanschan Ablagerungen des Kohlenkalkes. Endlich tritt transgredierendes Untercarbon in Colorado und Arizona auf. Auch die terrestrischen Sandsteine des nordcanadischen Archipels scheinen noch einmal überflutet worden zu sein, wie der vereinzelte Fund von *Spirifer bisulcatus* Sow. am Gaasefjord[1] ergibt. *Sp. bisulcatus* deutet in erster Linie auf die Stufe des *Sp. tornacensis* (Unteres Untercarbon), doch findet er sich auch noch in Ablagerungen aus der Zeit des *Sp. mosquensis* (unteres Obercarbon), so daß sein Auftreten nicht als unbedingt beweiskräftig für eine untercarbonische Transgression ist. Über ein weiteres Carbonvorkommen erfahren wir von P. Schei das Folgende[2]: „Am großen Bärenkap stehen zuunterst dicke Bänke von braungrauem, hartem, fossillosem Kalk an, höher ein weißer, reiner Kalk, feuersteinreicher Kalk und reich fossilführende Feuersteinschichten; darin findet man: *Lithostrotion* sp., *Fenestella* sp., *Streptorhynchus crenistria*,

[1] Siehe den Ersten Teil dieser Arbeit. p. 190.

[2] Neues Land. 2. 478.

Rhynchonella (*Pugnax* sp.), *Spirifer* cfr. *ovalis*, *cuspidatus*, *mosquensis* (?), *Productus* cfr. *semireticulatus*, *costatus*, *punctatus*, *cora*."

Genauere Bestimmungen liegen noch nicht vor. Doch sprechen die bereits vorhandenen Angaben für (unteres Carbon bis) unteres Obercarbon. Deshalb liegt es nahe, die „Bänke von braungrauem, hartem, fossillosem Kalk" dem vereinzelten untercarbonischen Vorkommen mit *Spirifer bisulcatus* Sow. von Sandstensodden am Gaasefjord gleichzustellen. Doch bedarf diese Annahme noch weiterer Belege. Da nun am Gaasefjord Obercarbon nicht bekannt ist, Untercarbon hingegen abgelagert zu sein scheint, während am Bärenkap aller Wahrscheinlichkeit nach beides vertreten ist, folgt aus der geographischen Lage der erwähnten Fundpunkte (das Bärenkap liegt etwa 100 km nördlich), daß sich eine lokale carbonische Transgression im Laufe dieser Epoche nordwärts zurückgezogen hat.

Weitere altcarbonische Funde sind aus arktischen Gebieten nicht bekannt geworden.

Hingegen wird positiv die Annahme eines arktischen Kontinentes durch eine Reihe terrestrischer Funde aus untercarbonischer Zeit gestützt. Landpflanzen dieser Epoche finden sich in dem arktischen Amerika, in Grönland, auf der Bäreninsel, in Spitzbergen, Neusibirien und Sibirien[1].

Anderseits fordert die Einheitlichkeit der marinen Untercarbonfauna des Großen Mittelmeeres der Steinkohlenformation zusammenhängende Landmassen im Norden und Süden. Von der Küste des Atlantischen Ozeans (Asturien) lassen sich die Ablagerungen dieses Meeres nach Osten über das Gailtal, Armenien, Persien, den Tianschan, den unteren Yangtsekiang bis an die Westküste des Stillen Ozeans verfolgen.

Einen weiteren Beweis für das Vorhandensein eines atlantisch-arktischen Kontinentes bildet die einheitliche Gliederung des jüngeren Paläozoikums der Alten und der Neuen Welt. Auf den Glengariff grit Irlands und den Calciferous sandstone Schottlands, welche der Horton series in Neuschottland entsprechen, folgt hier wie dort (Windsor) der marine Kohlenkalk mit *Productus giganteus* (Oberes Untercarbon).

Dieser gewaltige Ozean legte sich wie ein breites Band um die

[1] Lethaea palaeozoica. 2. 395.

ganze Erde und trennte die Landmassen des Südens völlig von dem Kontinente des Nordens, dessen arktische Regionen in dieser Zeit jeder Meeresbedeckung entbehrten, abgesehen von der lokalen Transgression, die durch den vereinzelten Fund am Gaasefjord angedeutet wird.

2. Der Pazifische Ozean

ist das einzige offene Meeresbecken, welches bis in die nordpolare Zone hineinreichte, doch ist seine Begrenzung im Norden bei dem Fehlen genauerer Angaben unmöglich. Jedenfalls war der ganze Westen und Süden des nordamerikanischen Kontinents überflutet. Drei Zentren der Untercarbonentwicklung lassen sich besonders unterscheiden:

1. Das Gebiet des Mississippi, das die Staaten Indiana, Illinois, Iowa, Missouri umfaßt und durch reiche (Crinoiden- und Brachiopoden-) Faunen und mannigfache Faziesentwicklung ausgezeichnet ist. Dieses Gebiet setzt sich nach Westen hin mit immer mächtigerer Kalkentwicklung fort, um südlich über Colorado, Neu-Mexiko, Utah, Arizona, nördlich über Idaho und Montana in California und Britisch Columbia die Westküste zu erreichen.

2. Das Gebiet von Alabama und des Tenessee, das den Übergang des Mississippikalkes zu der Schieferfazies der Appalachien vermittelt.

3. Das Gebiet des Nordostens (Neuschottland, Neubraunschweig, Neufundland), dessen Beziehungen zu dem britischen oberen Untercarbon bereits unter B_1 erwähnt wurden, ähnelt in seiner Ausbildung wiederum der südappalachischen, wenn man von der Einlagerung des Windsor-Kalkes absieht.

C. Obercarbon.

Der erdumspannende arktische Kontinent des Untercarbon wird während des Obercarbon durch zwei etwa nordsüdlich verlaufende Meeresarme in eine ost- und eine westarktische Landmasse geteilt.

1. Das russische Becken

erstreckte sich weit in die arktische Region hinein. Im Süden stand es zwischen Aral- und Balkaschsee mit dem Großen Mittelmeer in enger Verbindung, während sich weiter westlich eine Land-

zunge einschob, wie durch das Fehlen obercarbonischer Bildungen im Kaukasus belegt wird [1]. Am Donjetz schieben sich Kohlenflöze in die marinen Fusulinenkalke und deuten auf die Nähe der Südküste. Dieses Meer bedeckte den größten Teil des europäischen Rußland, von dem Gebiete der Wolga über Moskau hinaus. Seine Ablagerungen begleiten den Unterlauf der Dvina und Penega und finden sich auf der Halbinsel Kanin. Im Osten folgt es auf beiden Seiten dem Ural, der sich bereits inselartig heraushob, und setzt sich mit der Stufe des *Spirifer mosquensis* anscheinend über Nowaja Semlja und die Barentsinseln bis Spitzbergen fort [2].

2. Das Davismeer

bildet die östliche Begrenzung des ostarktischen Kontinentes. Es folgte in seinem Verlaufe der Richtung der heutigen Davisstraße. Noch am Bärenkap ist das marine Obercarbon (S. B. 1) entwickelt. Weiter im Westen begegnen wir nur noch kontinentalen Bildungen. Auf der Grinell-Halbinsel (North Devon), der Bathurst-, Melville-, Eglington- und Patrick-Insel wurde Steinkohle nachgewiesen. Am Gaasefjord wurde das Meer schon zur Zeit des obersten Devon (siehe III. B 3) nach Norden zurückgedrängt. Die Westgrenze des Davismeeres dürfte also zwischen Gaasefjord und Bärenkap den Südwesten von Ellesmere geschnitten haben. Weiter südwestlich und westlich (Byam-Martin, Island und Banksland) treten nur die oben erwähnten Ablagerungen der Steinkohlenformation auf. Im äußersten Nordosten (Grinnell-Land) endlich finden sich Goniatiten *(Glyphioceras diadema)*, die auf die marine Ausbildung von unterem Obercarbon hindeuten.

3. Die nördlichen Grenzen des Pacific.

Der pacifische Ozean überflutete die Ostküste Asiens in ihrer ganzen Ausdehnung. Buchtartig in den indoafrikanischen Kontinent einschneidend, bedeckte er das heutige Sumatra und Hinterindien (Tennesserim, Pegu). Seine Ablagerungen lassen sich nordwärts über Wladiwostok bis Alaska verfolgen, wo er auf Kap

[1] Andererseits macht ein vereinzeltes Vorkommen von *Schwagerina princeps* Ehrenb. eine zweite, westliche Verbindung wahrscheinlich. Siehe Tschernyschew, Die obercarb. Brachiop. d. Ural u. Timan. p. 681.

[2] Siehe Lethaea. 2. 299 u. Tschernytschew, Die obercarb. Brachiop. d. Ural u. Timan. p. 673 ff.

Lisburn seinen nördlichsten Punkt erreichte. Im Osten schnitt er in den nordamerikanischen Kontinent ein, wie das Vorkommen von marinem Obercarbon auf Vancouver-Island und südwärts in Montana, Nevada, Arizona und California bezeugt. In Texas, Iowa, Missouri, Illinois sind marine Schichten in überwiegend terrestrische eingelagert. In Arkansas läßt sich ein viermaliger Wechsel von Festland und Flachsee nachweisen. Das Obercarbon des Ostens ist in terrestrischer Entwicklung (produktive Steinkohlenformation) in Neuschottland, Neufundland, Pennsylvania und West Virginia entwickelt. Diese Tatsachen bekunden gegenüber dem Stande zur Zeit des Untercarbon nur eine geringere Erweiterung des pacifischen Beckens, das den Namen „Stiller Ozean" eher aus entwicklungsgeschichtlichen als aus nautischen Gründen verdient.

V. Die Dyas.

A. Paläodyas.

Große Ähnlichkeiten in der Art der Ablagerungen und geringfügige Veränderungen im Antlitz der Erde leiten aus dem obersten Carbon in die Dyas hinüber. Die großen Erhebungen der Oberfläche erreichen in dieser Epoche ihren Höhepunkt und leihen ihr durch ihre Folgeerscheinungen ihr charakteristisches Gepräge. Der Emporwölbung der Gebirge arbeitet eine vermehrte Kraft der Denudation entgegen, die mit ihrem Material den Meeresboden beeinflußt, dessen Erhöhung wiederum mit der Differenzierung der Faunen in ursächlichem Zusammenhang steht. Der allmähliche Rückzug der nordischen Meere erleidet nur durch die nordsüdliche Transgression des Zechsteins eine lokale Unterbrechung.

1. Das große Mittelmeer

zeigt dieselben Umrisse wie im jüngeren Carbon und erfährt eine Erweiterung nur im Pandschab und in Birma, wie die Ablagerungen der Salt Range ergeben, die als Bindeglieder von Paläozoicum und Mesozoikum eine besondere Bedeutung erlangt haben. Bei Nanking deuten mit marinen Schichten wechsellagernde Kohlenflöze auf die Nähe der Küste. Die Kalke bei Djulfa[1] in Persien

[1] Vergl. Lethaea palaeozoica. **2**. 405 u. 422.

sind jüngeren Alters (Neodyas). Die unterdyadischen Vorkommen der karnischen Alpen und Karawanken, Siziliens und des Departement Ariège weisen auf einen engen Zusammenhang mit den asiatischen Meeresteilen hin.

2. Das uralisch-arktische Meer

erfährt von Westen her im zentralen Rußland eine wesentliche Einengung. Seine Verbindung mit dem großen Mittelmeer ist wie in obercarbonischer Zeit im äußersten Südosten[1] zu suchen, wie sich aus dem allerdings nur vereinzelten Vorkommen mariner Dyas von Darwas (Buchara) ergibt. Am Westabhang des Ural greift es auf europäisches Gebiet hinüber. Im hohen Norden bedeckte es dieselben Gebiete wie zur Zeit des obersten Carbon. Denn der Bergkalk von Nowaja Semlja, der Bäreninsel und von Spitzbergen gehört den Grenzgebieten beider Formationen an[2].

Ob der vereinzelte (zweifelhafte) Fund von *Spirifer cameratus*[3] vom Troldfjord der Dyas von Spitzbergen gleichgestellt werden darf, entbehrt der sicheren Grundlage, da die marinen dyadischen Vorkommen von den Parry-Inseln und Grinnell-Land von Spitzbergen zu weit entfernt liegen, um auf eine einheitliche Meeresbedeckung schließen zu können. Immerhin würde das Vorkommen von *Spirifer cameratus* die unter IV B. 1 ausgesprochene Ansicht bekräftigen, daß sich die carbonische Transgression von König-Oskar-Land n o r d w ä r t s zurückgezogen hat. Es ergibt sich dies aus der folgenden Übersicht:

1. *Spirifer bisulcatus* Sow. von Sandstensodden 76° 30′ n. Br.
2. *Spirifer mosquensis (?)* vom Bärenkap 77° 25′ n. Br.
3. *Spirifer cameratus* vom Troldfjord 78° 20′ n. Br.

Die Richtigkeit dieser Bestimmungen vorausgesetzt (2. und 3. bedürfen der Bestätigung), hat sich die Transgression, welche die Old Red-Sandsteine des obersten Devon (vergl. III. B. 3) überflutete, in der Zeit vom oberen Untercarbon bis zum obersten Carbon (untere Dyas) nahezu genau in nördlicher Richtung zurückgezogen. Diese Annahme steht in gutem Einklang damit, daß

[1] und auch im Südwesten. Siehe IV. C. 1. Anm. 1.

[2] Vergl. Lethaea. 2. 395 u. Monographie der Fusulinen von E. Schellwien, fortgesetzt von H. v. Staff und G. Dyhrenfurth. Teil I. p. 158, 159.

[3] Vergl. den Schluß des Ersten Teiles dieser Arbeit.

wir noch weiter nördlich, auf Axel-Heiberg-Land (Eureka-Sund), Ablagerungen triadischen Alters begegnen.

Für die Nordgrenzen (Alaska) des

3. Pacifischen Ozeans

gilt während der unteren Dyas das gleiche, was schon unter IV. C. 3 für das oberste Carbon gesagt wurde. Für den Bereich der Nordhemisphäre ist ein Zuwachs dieses Meeres nirgends nachweisbar.

B. Neodyas.

Aus der Zeit der jüngeren Dyas sind keine durchgreifenden Veränderungen der Nordhemisphäre bekannt. Das bedeutendste Ereignis ist

1. Die Transgression des Zechsteinmeeres,

das sich als ein großer Seitenarm des uralisch-arktischen Meeres darstellt, welcher von Nordosten her über Kurland, Russisch-Polen und Deutschland vordrang[1]. Hier hat es seine nördlichsten Spuren bei Memel, seine südöstlichsten bei Kielce hinterlassen. Es bespülte den Nordrand der Sudeten, des Erzgebirges und drang bis zum Südrand des Thüringer Waldes vor. Am linken Rheinufer deuten rote Schiefer und tonige Sandsteine, in welche eine dünne, fossilführende Dolomitbank eingelagert ist, auf das Verschwinden des Meeres hin. Hiermit steht bei seinem oszillierenden Vordringen die Tatsache nicht im Widerspruch, daß sich seine Ablagerungen in gleicher Ausbildung bis England verfolgen lassen. Die Zechsteinletten vom Niederrhein, von Stade und von Helgoland leiten zu den britischen Inseln über. Die Gips- und Salzschichten, welche in Deutschland und England den Zechstein überlagern, veranschaulichen das allmähliche Austrocknen dieser flachen See, die den Charakter eines Binnenmeers trug.

Mit dem

2. Großen Mittelmeer

stand es in keinem Zusammenhange. Dieser Ozean scheint ziemlich unverändert fortbestanden zu haben. Bei Ningkwohsien lagert über dem höheren Carbon diskordant ein dunkler, bitu-

[1] Vergl. die Karte der permischen Zeit von Koken. Dies. Jahrb. 1907.

minöser Schiefer, der wahrscheinlich der oberen Dyas angehört[1]. Sichere Beweise für seine Fortdauer liegen aus dem Himalaya vor und lassen sich über Kaschmir, die Salzkette, Djulfa bis in die karnischen Alpen verfolgen.

Schluß.

In keinem arktischen Gebiete hat die Erdgeschichte in verhältnismäßig so reicher Folge Zeugen ihrer verschiedenen Epochen hinterlassen wie auf den nordcanadischen Inseln.

Am Cap Camperdown scheinen Konglomerate auf ein untercambrisches Meer hinzuweisen, das im Mittel- und Obercambrium den ganzen Archipel und die westlichen Gebiete Grönlands überflutete. Untersilurischen Ablagerungen begegnen wir auf einer ganzen Reihe dieser Inseln, während sich im Obersilur auf König-Oskar-Land bereits Schichten vom Alter der Wenlock- und Ludlow-Gruppe unterscheiden lassen. Lückenlos führen uns die Ablagerungen einer weiten Flachsee, die sich unter einheitlichen klimatischen Verhältnissen weit südwärts (New York) erstreckte aus dem Silur in das Devon, das sich am Gaasefjord in mariner Entwicklung bis zur Chemunggruppe verfolgen läßt. Die weite Ausdehnung des oberdevonischen Meeres weicht im jüngsten Devon der beginnenden Herrschaft des Landes, die in den terrestrischen Sandsteinen des Gaasefjord ihre Spuren hinterlassen hat. Im Untercarbon (?) macht das Meer noch einen lokalen Vorstoß südwärts (Sandstensodden) und überflutet die Bildungen des Old-Red, um von nun an immer mehr nordwärts zurückzuweichen. Im Obercarbon bedeckt es noch das Bärenkapland, ist aber weiter südwärts nicht mehr nachzuweisen. Die Dyas endlich scheint noch weiter nördlich (am Troldfjord) marine Spuren hinterlassen zu haben. Um auf Schichten vom Alter der Trias zu stoßen, müssen wir noch nahezu einen vollen Breitengrad weiter nordwärts gehen. Durch die Sverdrupsche Expedition wurden diese am Heurekasund[2] nachgewiesen. Sie scheinen oberladinischen bis karnischen Alters zu sein. Ein verwandtes Vorkommen gleichen Alters findet sich auf der Bäreninsel, die deshalb mit in die amerikanische Provinz

[1] Vergl. Lethaea. 2. 578.

[2] Kittl, Die Triasfossilien vom Heurekasund. Rep. of the sec. norw. arct. exped. 2. 1—44.

hineinbezogen werden muß. Dasselbe scheint für Spitzbergen zu gelten, wo die mittlere und obere Trias entwickelt ist, ohne daß sie sich jedoch einer der bekannten Meeresprovinzen mit Sicherheit einreihen ließe. Doch scheinen die höheren Vorkommen (mit *Halobia Zitteli*) von Spitzbergen, der Bäreninsel, den neusibirischen Inseln und dem canadischen Archipel gleichwertig zu sein und die nächsten Beziehungen zur amerikanischen Provinz zu zeigen.

In jedem Falle veranschaulichen auch die Ablagerungen am Heurekasund und den Inseln der Sverdrup-See den langsamen Rückzug des arktischen Meeres, das dem Emportauchen des Landes im jüngeren Paläozoicum immer weiter nach Norden weichen mußte und im Mesozoicum nur Reste seiner ausgedehnten Herrschaft zu bewahren vermochte.

Geringen Andeutungen einer Tiefsee, die in der Juraperiode den Parry-Archipel bedeckte, begegnen wir (nach Mc. Clintock) in Pr. Patricks-Land und an der Wilkie-Spitze.

Vereinzelte Spuren jüngerer Meere haben sich im benachbarten Grönland[1] (Cap Dalton) gefunden. Sie veranschaulichen einen (wohl nur lokalen) Vorstoß zur Zeit des Eocän, der in keinem Verhältnis zu den großen Eroberungen der altpaläozoischen Meere steht und das Bild des langsamen Rückzuges seit der oberen Grenze des Devon kaum zu stören vermag.

Ausgesprochen kontinentaler Natur sind die tertiären Ablagerungen, welche die wahrscheinlich mesozoischen Sandsteine des Heurekasundes ungestört überlagern. So findet sich östlich vom Cap Blaamand und am Kohlenfjord[2], einem südlichen Seitenarme des Baumannfjords, Braunkohle in helle Quarzsande eingelagert. An denselben Orten deuten Schiefer mit *Taxodium distichum* var. *miocena* und *Sequoia Langsdorfii* auf das warme Klima des Miocän, dessen fossile Zeugen aus verschiedenen Gebieten des Nordens bekannt geworden sind[3].

Vielfach beobachtete Strandterrassen[4] bilden die jüngsten Urkunden aus der Vergangenheit des canadischen Archipels. Bei Fort Juliane am Hayessund erreichen sie ihre größte Höhe von 174 m; auf dem Rutherfordlande ergab eine Messung der höchsten

[1] J. P. J. Ravn, Meddel. om Groenland. **29**. 93—140. Köpenhamn 1903.
[2] Neues Land. **2**. 478.
[3] Siehe u. a. besonders O. Heer, Flora fossilis arctica. Zürich 1868.
[4] Neues Land. **2**. 483.

Strandlinien durch Schei 117 m; auf Bedford Pim Island 105 m; am Ende des Gaasefjord 142 m. Sie veranschaulichen eine bedeutende Hebung des Landes in der jüngsten Vergangenheit der Erde und zeigen, daß in quartärer Zeit wohl nahezu die gleiche Verteilung von Wasser und Land das Bild der nordcanadischen Landschaft beherrschte wie heute.

Strandterrassen sind ein Merkmal des atlantischen Beckens, dessen Ufer sie auf beiden Seiten bis weit nach Süden hinab begleiten. Auch andere Gründe legen es nahe, den Bau des canadischen Archipels dem atlantischen Typus zuzuweisen.

Bestimmend für das tektonische Bild dieser Inseln ist eine Zersplitterung des Landes in einzelne Tafeln, die gehoben wurden oder sich senkten, so daß die Dislokationen durch Faltung gegenüber der Ausbildung von Brüchen nur untergeordnete Bedeutung haben. Überdies scheint die Vereint-Staaten-Kette[1], ein Faltengebirge, das Grantland in südwestlicher Richtung durchzieht, in seinem Aufbau keine Übereinstimmung mit den zirkumpacifischen Bögen zu besitzen. Während diese im allgemeinen dem Laufe der Küsten folgen, wird die arktische Kette von den beiden Hauptdislokationslinien, Heurekasund und Kennedykanal, im Winkel getroffen. Solche Verhältnisse bedingen die zerrissene Küstenform, wie sie auch im Bereiche des nordatlantischen Ozeans wiederkehrt.

Die Geschichte des eigentlichen arktischen Eismeeres, von dem uns Nansen's Lotungen wertvolle Kunde brachten, ist noch in Dunkel gehüllt. Die Geologie des Nordens hat jenseits des 80. Breitegrades im großen ganzen ihr Recht verloren. Die Zukunft wird lehren, ob paläontologische Funde auf heute unbekannten Inseln des hohen Nordens Licht in die Frage bringen, inwieweit das zirkumpolare Eismeer an den Umwälzungen teilgenommen hat, die im Laufe der Erdgeschichte das heutige Bild der canadischen Landschaft schufen.

[1] Vergl. u. a. Suess, Das Antlitz der Erde. 3. 282 ff.

Lebenslauf.

Am 22. Februar 1883 wurde ich, Oskar-Erich Meyer, evangelischer Konfession, zu Breslau geboren. Mein Vater war der ordentliche Professor der Physik an der Universität Breslau, Oskar Emil Meyer, meine Mutter seine gleichfalls verstorbene Frau Antonie, geb. Stosch.

Im Herbst 1904 erhielt ich das Reifezeugnis von dem Gymnasium in Jauer. In den ersten vier Semestern studierte ich vornehmlich Rechtswissenschaft in Breslau, Genf und Jena, um mich vom Beginn des fünften Semesters an ausschließlich naturwissenschaftlichen, besonders geologischen Studien zu widmen.

Ich nahm an Vorlesungen und Übungen der folgenden Herren Professoren und Dozenten der philosophischen Fakultät teil:

Baumgartner, von dem Borne, Ebbinghaus, Eucken, Frech, Freudenthal, Gürich, Hintze, Kühnemann, Kükenthal, Ladenburg, Loeschmann, Mégevand, O. E. Meyer, Muther, Pax, Supan, Volz.

Allen diesen Herren schulde ich aufrichtigen Dank. Am tiefsten fühle ich mich Herrn Prof. Dr. Frech verpflichtet, der mein geologisches Studium seit Anbeginn mit Rat und Hilfe förderte und mir für diese Arbeit Anregung gab, die von der Hohen philosophischen Fakultät als Preisschrift ausgezeichnet wurde. In herzlicher Dankbarkeit gedenke ich auch Herrn Dr. J. Wysogorski's, der mit stets gleicher Freundlichkeit an meinen Studien hilfreichen Anteil nahm.

Druck von Carl Grüninger, Stuttgart.